

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
24 juillet 2003 (24.07.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 03/060368 A1(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : F16L 11/12

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/04566(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DENNIEL,  
Sylvain [FR/GB]; 56, wellbrae Terrace, Aberdeen AB  
15 7XY, Gde-Bretagne (GB). MALONE, Neil, Shaw  
[GB/GB]; Crabtree House, Crabtree Lane, High Legh,  
Knutsford, Cheshire WA 16 6PE (GB).(22) Date de dépôt international :  
26 décembre 2002 (26.12.2002)

(25) Langue de dépôt : français

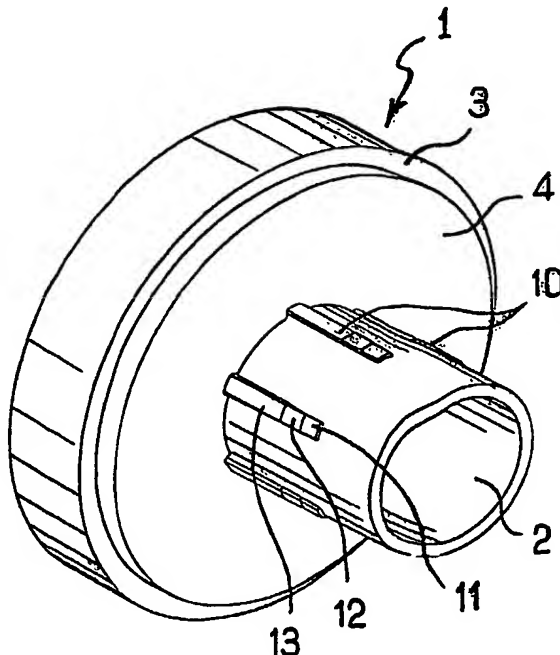
(74) Mandataire : BERTRAND, Didier; c/o SA Fedit-Lo-  
riot & Autres Conseils en Propriété Industrielle, 38, avenue  
Hoche, 75008 Paris (FR).

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0131084.6 29 décembre 2001 (29.12.2001) GB  
02/06679 31 mai 2002 (31.05.2002) FR(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
COFLEXIP [FR/FR]; La Defense 6, 170, Place Henri  
Régault, F-92973 Paris La Défense (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: HEATED WINDABLE RIGID DUCT FOR TRANSPORTING FLUIDS, PARTICULARLY HYDROCARBONS

(54) Titre : CONDUITE RIGIDE ENROULABLE CHAUFFÉE POUR LE TRANSPORT DES FLUIDES, NOTAMMENT D'HY-  
DROCARBURES.(57) Abstract: Disclosed is a windable rigid duct (1) for  
transporting hydrocarbons, comprising one or two sheaths  
consisting of an interior tube (2) and an exterior tube (3)  
which are coaxially aligned and are separated by an annu-  
lar space. The inventive duct (1) also comprises at least one  
electric heating cable (10) which can be lengthened by at  
least 0.5 % without being damaged and is configured as a  
braided conducting core surrounded by an electric insulat-  
ing jacket. The materials of which the cable is made undergo  
elastic deformation by less than 15 %, preferably less than  
5 %, of the yield strength thereof.(57) Abrégé : Cette conduite (1) rigide enroulable de trans-  
port d'hydrocarbures à simple ou double enveloppe consti-  
tuée de deux tubes coaxiaux respectivement interne (2) et  
externe (3) séparés par un espace annulaire, comprend au  
moins un câble électrique de chauffage (10) apte à subir un  
allongement d'au moins 0,5% sans endommagement et réa-  
lisé par exemple sous forme d'une tresse conductrice cen-  
trale entourée d'une gaine d'isolation électrique. Les ma-  
tériaux constituant le câble se déforment élastiquement en  
restant en dessous de 15% de leur limite élastique et préfé-  
rentiellement en dessous de 5%.



(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Conduite rigide enroulable chauffée pour le transport des fluides,  
notamment d'hydrocarbures**

5

La présente invention concerne une conduite rigide enroulable chauffée destinée au transport de fluides tels que des hydrocarbures, notamment en milieu sous-marin.

10 Dans des applications liées aux conduites de transport d'hydrocarbures utilisées offshore, il existe un besoin de conserver un niveau de température à la conduite durant le service ainsi que lors des arrêts et des redémarrages de production. Pour cela, la plupart des conduites sont munies de moyens d'isolation thermique qui contribuent à maintenir un  
15 niveau de température acceptable. Toutefois, dans certains cas, la solution de l'isolation thermique ne suffit pas à maintenir le niveau de température requis et la conduite doit donc être chauffée de manière active, c'est-à-dire par un apport de chaleur qui ne provient pas du fluide transporté. Cette solution de chauffage actif des conduites est utilisée dans certaines applications spécifiques conjointement avec l'isolation thermique  
20 précédemment évoquée, elle est notamment préconisée lorsque la conduite doit rencontrer en services des périodes importantes d'arrêt de production.

Les conduites concernées par la présente invention sont de type rigide, par opposition aux conduites dites flexibles. La pose d'un tube ou conduite rigide sur un fond marin est effectuée le plus souvent à partir d'un  
25 navire dit de pose. La pose est dite en S lorsque le tube affecte la forme d'un S entre le navire de pose et le fond marin et elle est dite en J lorsque le tube affecte la forme d'un J. Dans ce dernier cas, une rampe de guidage est prévue sur le navire de pose, laquelle rampe peut être parfois immergée partiellement dans l'eau. Ces opérations de pose sont décrites dans le  
30 document API (American Petroleum Institute) Recommended Practice 17 A de 1987.

Selon ces techniques, le tube rigide à poser peut être stocké sur le navire de pose en tronçons de tube de longueur donnée mais relativement  
35 courte, les tronçons de tube étant reliés ensemble au fur et à mesure de la pose. Selon une autre technique, dite du rigide déroulé, adaptée également

aux conduites à double enveloppe, la conduite est fabriquée en grandes longueurs à terre et enroulée sur une bobine de stockage située sur le bateau de pose ; la conduite est alors déroulée de ladite bobine pendant l'opération de pose. C'est ce dernier type de conduite rigide, mais enroulable sur des bobines de grand diamètre, qui est concerné par l'invention. La technique du rigide déroulé présente des avantages certains par rapport aux techniques de pose en J ou en S : les opérations de pose sont plus rapides puisque la conduite est déjà assemblée à terre, même si, en revanche, le chargement du navire de pose et la fabrication (assemblage de la conduite) sont des opérations sensiblement plus longues. Par ailleurs la fabrication à terre de la conduite (soudure, contrôle) s'effectue dans un environnement plus clément.

Les conduites rigides enroulables concernées par l'invention sont de deux types, respectivement à simple ou double enveloppe. Une conduite à simple enveloppe est constituée d'un tube unique servant au transport. Afin de limiter les échanges thermiques avec l'extérieur, une conduite à simple enveloppe comporte généralement un revêtement externe isolant autour du tube. Une conduite à double enveloppe, couramment appelée "pipe-in-pipe" dans la profession pétrolière, constituée de deux tubes coaxiaux respectivement intérieur et extérieur, séparés par un espace annulaire. Le tube intérieur, ou "flowline", sert à véhiculer l'hydrocarbure. Le tube extérieur, ou "carrier pipe" crée un espace annulaire qui peut être utilisé pour différentes fonctions (isolation, chauffage, surveillance, logement de conduites secondaires). Une isolation thermique peut notamment être utile pour éviter le refroidissement du fluide transporté et la formation d'hydrates, la survenue de ces hydrates étant notamment liée aux arrêts de production ; l'espace annulaire peut aussi contenir des passages de fluides divers (eau, air, liquide de chauffage, etc.), ainsi que des câbles électriques (pour le chauffage ou le transport d'un signal électrique, etc.). Pour que la conduite à double enveloppe conserve son intégrité au cours des diverses opérations ainsi qu'en service, on utilise des dispositifs auxiliaires tels que des entretoises annulaires, des centraliseurs ou des limiteurs de propagation de déformation radiale par exemple.

On connaît des systèmes de chauffage actif situés dans l'annulaire de conduites à double enveloppe. Ces systèmes utilisent par exemple des tubes secondaires enroulés permettant la circulation d'un fluide

caloporteur ou utilisent directement l'annulaire pour faire circuler le fluide caloporteur. D'autres utilisent l'énergie électrique de manière directe (GB 2,084,284) ou utilisent des câbles électriques chauffants.

5 Toutefois, lorsqu'on utilise la technique du rigide déroulé, la conduite devant être préalablement enroulée sur une roue, les systèmes de chauffage actif à câbles chauffants ne peuvent être utilisés tels quels en raison des contraintes d'allongement existant sur l'extrados de la conduite et la compression existant sur l'intrados. La solution à ce problème consiste donc à déposer les câbles utilisés avec une longueur plus importante  
10 (surlongueur) pour pouvoir supporter les allongements.

Pour ce faire, les câbles peuvent être disposés en vague (de manière sinusoïdale, comme illustré sur la figure annexée 1, qui montre les câbles 5 disposés en vague sur le tube intérieur d'une conduite 1 à deux enveloppes 2, 3 et isolation thermique 4) ou être enroulés de manière  
15 hélicoïdale autour de la conduite interne. Ils peuvent également être enroulés selon une autre technique connue en soi, celle de l'enroulement S/Z.

Une solution approchante ayant pour but de permettre la flexion d'une conduite à simple enveloppe est présentée par le document WO  
20 86/03362. Dans cette demande, le câble est disposé en vague sinusoïdale de très faible amplitude et de faible pas (période) pour pouvoir supporter l'allongement ou la compression lors de la flexion de la conduite.

Les solutions envisagées jusqu'ici présentent des inconvénients : augmentation de la longueur du câble, augmentation de la résistance  
25 électrique (augmentation de la puissance nécessaire au chauffage), augmentation des coûts de fabrication (machine d'enroulement S/Z ou hélicoïdale ou assujettissement des câbles au tube interne par des adhésifs, solution en vague), problème lié au positionnement du câble qui risque de se décoller du tube interne, réduisant d'autant l'efficacité du système de  
30 chauffage quelle que soit la solution choisie.

Un autre inconvénient est le problème lié à l'isolation thermique et à son installation en liaison avec les câbles (la largeur des gorges réalisées pour permettre la disposition en vague des câbles diminue la quantité d'isolant qui peut être disposée dans l'annulaire).

Le but de l'invention est de proposer une conduite rigide enroulable à simple ou double enveloppe, chauffée par des câbles, qui ne présente pas ces inconvénients.

5 L'invention atteint son but grâce à une conduite rigide enroulable à simple ou double enveloppe, comportant au moins un câble électrique chauffant, caractérisée en ce que le câble est apte à subir un allongement d'au moins 0,5% sans endommagement, moyennant quoi il peut suivre les déformations de l'extrados de la conduite lorsque celle-ci est amenée à prendre des courbures lors de l'enroulement sur bobine ou lors de la pose.

10 Il est donc possible et avantageux de positionner le ou les câbles de chauffage parallèlement à l'axe longitudinal de la conduite, et notamment le long d'une ou de plusieurs génératrices du tube intérieur.

De la sorte, le câble est facile à installer sur les conduites, sans avoir recours à des machines compliquées comme des spiraleuses ou  
15 analogue. De plus, cette disposition rectiligne du câble est également avantageuse en raison des accessoires nombreux qui sont utilisés dans la technique de la conduite à double enveloppe. Ainsi la mise en place des centraliseurs, cloisons étanches (en anglais "bulkheads", "waterstops") ainsi que leur mise en œuvre se trouve facilitée par la simplicité d'installation des  
20 câbles chauffants ainsi que leur positionnement rectiligne longitudinal. Dans une conduite à double enveloppe, le câble de l'invention permet avantageusement d'utiliser une isolation thermique plus compacte dans l'annulaire.

D'autre part, du fait que le câble est en ligne droite et donc plus  
25 court que dans une solution où il est ondulé, le gain en longueur entraîne une diminution proportionnelle de la résistance électrique du système et donc un gain en puissance pour une tension donnée, ou la possibilité d'équiper une conduite plus longue pour une même tension.

Avantageusement, le câble est également capable de supporter la  
30 compression tout en restant au contact du tube interne. Ainsi, sur l'intrados, le câble chauffant n'a pas tendance à se décoller du tube.

Avantageusement, on utilise un câble chauffant plat, donnant une meilleure efficacité de transfert thermique.

Le câble est avantageusement un câble tressé plat, comportant une tresse conductrice centrale d'éléments allongés, entourée d'au moins une gaine d'isolation électrique et de préférence deux.

De préférence, les matériaux constituant le câble se déforment élastiquement en restant en dessous de 15% de leur limite élastique et préférentiellement en dessous de 5%. On entend par matériaux constituant le câble les gaines et les éléments allongés formant la tresse, puisque le câble supporte l'allongement grâce à la réorganisation (déflexion angulaire) desdits éléments allongés qui seront très faiblement contraints pendant l'allongement du câble.

Avantageusement, la conduite de l'invention, lorsqu'il s'agit d'une conduite à double enveloppe, comprend des dispositifs d'étanchéité de l'espace annulaire entre les tubes coaxiaux, agencés pour recevoir des sections de câble chauffant.

Avantageusement, il est prévu de place en place sur le circuit d'alimentation électrique associée à la conduite des boîtes de connexion rétablissant automatiquement localement la connexion entre phases en cas de rupture du circuit.

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de l'invention, se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective de la solution de l'état de la technique avec des câbles disposés en vague ;
- la figure 2 est une vue schématique en perspective d'une conduite à double enveloppe équipée de câbles conformes à l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe d'une variante de la conduite de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en coupe d'un câble chauffant applicable à la présente invention ;
- la figure 5 est une vue en perspective du même câble chauffant constitués de la tresse et de deux gaines externes ;
- la figure 6 est une vue en coupe d'une conduite à simple enveloppe équipée de câbles conformes à l'invention ;

- la figure 7 montre un dispositif d'étanchéité de l'annulaire d'une conduite à double enveloppe conforme à l'invention ;

- la figure 8 montre le même dispositif d'étanchéité une fois placé dans l'annulaire d'une conduite à double enveloppe ;

- 5 - Les figures 9 et 10 illustrent une boîte de connexion dite "intelligente" associée au circuit électrique d'alimentation d'une conduite de l'invention, d'une part dans un état de fonctionnement normal et d'autre part dans un état consécutif à une avarie électrique.

Les figures 2 et 3 montrent une conduite à double enveloppe 1  
10 qui comprend le tube intérieur 2 de transport d'hydrocarbures et le tube porteur extérieur 3. Dans l'exemple de réalisation représenté, l'espace annulaire séparant les tubes est rempli d'une matière d'isolation thermique 4 disposée de la manière la plus appropriée en bandes, en blocs, en mousse, etc. On n'a pas représenté les dispositifs annexes à la conduite, également  
15 disposés dans l'annulaire, tels que les espaceurs ou les limiteurs de propagation de déformation radiale, on n'a pas non plus représenté les dispositifs de connexion entre les tronçons de conduite rigide. Tout ceci est bien connu en soi.

Conformément à l'invention, on dispose le long d'au moins une  
20 génératrice du tube intérieur 2 de la conduite, un câble électrique 10 choisi pour ses capacités d'élongation égales ou supérieures à 0,5% et susceptible de chauffer par effet Joule lors du passage d'un courant approprié.

La figure 2 montre plusieurs câbles 10 régulièrement répartis à la périphérie du tube intérieur. Selon la figure 3, les câbles sont répartis en  
25 quatre groupes de trois câbles 10. Ce système en étoile ou système triphasé flottant permet d'éviter l'utilisation d'un câble de retour, cela permet donc pour une tension donnée le dégagement d'une puissance thermique maximale. D'autres dispositions sont possibles.

Comme le montrent les figures 4 et 5, le câble 10 est constitué  
30 d'une tresse métallique 11, par exemple en cuivre, prenant une forme aplatie (celle d'un ruban tressé ou celle d'un tube aplati si la tresse est réalisée de manière tubulaire) constituant l'âme du câble 10, entourée de deux gaines d'isolation électrique 12, 13 ayant néanmoins de bonnes qualités de conduction thermique. L'isolant doit être assez élastique (mais un taux  
35 d'allongement de 2 à 4% est suffisant, ce qui est une qualité facile à obtenir

pour une matière plastique) pour pouvoir accompagner l'allongement possible de la tresse sur l'extrados de la conduite lorsqu'elle est courbée. On pourrait avoir deux tresses métalliques superposées l'une sur l'autre de manière à augmenter la section transversale des éléments chauffants.

5 Les éléments allongés chauffants formant le ruban tressé peuvent être réalisés à partir de bandes (bandelettes) de cuivre ou d'aluminium ou être formés par des fils de cuivre recouverts d'étain et/ou de nickel par exemple. L'angle de tressage est compris entre 30° et 60° et peut être  
10 avantageusement choisi égal à 45°. Le diamètre des fils formant la tresse ou l'épaisseur de bandelettes est compris entre 0,05 mm et 1,5 mm. L'épaisseur est choisie préférentiellement à 0,15mm pour les fils de cuivre, tandis que pour des bandelettes (fils plats) d'aluminium, l'épaisseur préférentielle est de 0,4 mm. Ces dimensions permettent de réduire les espaces entre les  
15 éléments allongés afin d'avoir une compacité optimum de la tresse tout en conservant une bonne tenue mécanique du câble chauffant obtenu. Selon un mode de réalisation préférentiel du câble, la tresse est entourée de deux gaines réalisées en polychlorure de vinyle (PVC), en thermoplastique  
20 élastomère (TPE) ou en caoutchouc siliconé. L'épaisseur des gaines est préférentiellement de l'ordre de 1 mm, la gaine interne pouvant avoir une épaisseur plus importante que la gaine externe. La gaine interne est avantageusement en contact intime avec la tresse afin de renforcer le transfert par conduction de la chaleur de la tresse vers l'extérieur de la gaine  
25 externe. La rigidité respective des matériaux constituant les gaines sera choisie pour favoriser le retour élastique du câble tressé vers sa position initiale.

La taille des câbles chauffants plats (leur largeur est avantageusement comprise entre 15 et 50 mm), leur nombre et leur disposition dans l'annulaire sont choisis en fonction de l'application  
30 spécifique (conditions d'utilisation, température du fluide transporté, configuration du champ, dimension de la conduite, ...).

Avantageusement, les gorges disposées dans l'isolant thermique pour loger le câble ont une forme complémentaire de celle du câble, augmentant ainsi le volume de matériau isolant contenu dans l'annulaire par rapport à des conduites de même diamètre utilisant des câbles chauffants  
35 disposés en vague où la largeur des gorges est plus importante.

La figure 6 montre l'application de l'invention à une conduite à simple enveloppe ou tube 2 entourée d'un revêtement d'isolant 4. Le ou les câbles sont disposés à la périphérie du tube 2, le long de génératrices.

Les figures 7 et 8 représentent un dispositif d'étanchéité 20 ("waterstop") spécialement conçu pour les conduites à double enveloppe de l'invention afin de permettre le passage des câbles chauffants 10. Le dispositif annulaire 20 est formé d'un corps globalement torique 21 en plastique (polyuréthane) comportant d'un côté deux lèvres d'étanchéité annulaires respectivement interne 22 et externe 23 et de l'autre côté un insert rigide 25, par exemple métallique. Le côté comportant cet insert 25 est destiné à venir en butée dans l'annulaire sur une pièce de butée 26, telle qu'une pièce forgée liée au tube interne 2 (ou au tube externe) de manière à assurer le positionnement longitudinal du dispositif d'étanchéité lorsque l'eau envahit l'annulaire et vient pousser le dispositif 20 sur le côté muni de lèvres 22, 23. Ces lèvres 22, 23, outre qu'elles ont déjà une tendance naturelle à appuyer sur les parois de l'annulaire en raison de leur géométrie naturelle qui les force à être contraintes dans ledit annulaire, subissent de la part de l'eau qui exerce sa pression sur le dispositif 20 des forces supplémentaires de placage contre les parois de l'annulaire (forces symbolisées par les flèches de la figure 8), renforçant ainsi l'étanchéité. Les dispositifs d'étanchéité 20 sont disposés par paire, tête bêche, de manière à arrêter l'eau dans les deux sens. Ils sont régulièrement répartis longitudinalement dans l'annulaire des conduites à double enveloppe 1. Plusieurs sections 10' de câble chauffant traversent chaque dispositif 20 au niveau de plusieurs alésages 24 répartis angulairement sur le tour du dispositif selon une répartition prédéterminée. Des lèvres annulaires 27 sont formées, du même côté, à la sortie de chaque alésage 24 destiné à recevoir la section 10' de câble chauffant. Les sections de câble 10' sont collées dans les alésages 24 de manière étanche. Les sections de câble 10' comportent de part et d'autre un connecteur 15 pour les relier au reste du câble chauffant. Il est possible de prévoir des moyens d'évacuation de la chaleur pour éviter les problèmes de surchauffe locale des câbles chauffants à l'intérieur du dispositif 20 qui pourrait entraîner un vieillissement ou d'autres inconvénients. De tels moyens peuvent consister en un pont thermique

interne établi entre les câbles chauffants et une zone de l'alésage du dispositif 20 pour évacuer les calories excédentaires vers le tube interne 2.

La conduite de l'invention comporte avantageusement, de place en place, des dispositifs de connexion dits "intelligents". Un tel dispositif

5 est destiné, en cas d'avarie sur la conduite (par exemple l'inondation de l'annulaire dans le cas d'une conduite à double enveloppe), à maintenir la connexion électrique et donc le chauffage sur la partie amont de la conduit par rapport à l'avarie. Lorsque la conduite peut être alimentée électriquement sur les deux côtés (présence d'un ombilical d'alimentation

10 alimentant l'extrémité sous-marine), ces dispositifs peuvent permettre de maintenir le chauffage des deux côtés de la partie subissant l'avarie. Ces dispositifs peuvent être installés entre les deux dispositifs d'étanchéité d'une même paire décrits plus haut. Les figures 9 et 10 illustrent le principe d'une boîte de connexion "intelligente" 40 disposée sur la ligne d'alimentation

15 triphasée 41 d'un système en étoile. En fonctionnement normal, au niveau de la boîte 40, les trois phases ne sont pas connectées, les interrupteurs 42 sont ouverts. En cas de rupture 43 du circuit électrique, la boîte 40 ferme automatiquement les interrupteurs 42 ce qui connecte les phases et rétablit le circuit électrique du côté amont de l'avarie 43. Ceci permet de maintenir

20 le chauffage et donc permet de planifier la réparation de l'avarie avec plus de souplesse.

## REVENDICATIONS

- 5 1. Conduite (1) rigide de transport d'hydrocarbures à simple ou double  
enveloppe, cette conduite (1) étant du type enroulable et comprenant au  
moins un câble électrique de chauffage (10), caractérisé en ce que ledit  
câble (10) est apte à subir un allongement d'au moins 0,5 % sans  
endommagement.
- 10 2. Conduite selon la revendication 1, caractérisée en ce que les matériaux  
constituant le câble (10) se déforment élastiquement.
- 15 3. Conduite selon la revendication 2, caractérisé en ce que les matériaux  
constituant le câble (10) se déforment élastiquement en restant en  
dessous de 15% de leur limite élastique et préférentiellement en dessous  
de 5%.
- 20 4. Conduite selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée  
en ce que ledit câble (10) est disposé parallèlement à l'axe longitudinal  
de la conduite (1).
- 25 5. Conduite selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle est  
constituée de deux tubes coaxiaux respectivement intérieur (2) et  
extérieur (3) séparés par un espace annulaire et en ce que ledit câble (10)  
est disposé le long d'une génératrice du tube intérieur (2).
- 30 6. Conduite selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée  
en ce que ledit câble (10) est un câble plat.
- 35 7. Conduite selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisée en  
ce que ledit câble (10) est un câble à tresse conductrice centrale (11).
8. Conduite selon la revendication 7, caractérisée en ce que la tresse (11)  
est entourée d'au moins une gaine (12) d'isolation électrique.

9. Conduite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il s'agit d'une conduite à double enveloppe et en ce que des dispositifs d'étanchéité (20) de l'espace annulaire entre les tubes coaxiaux (2, 3) sont agencés pour recevoir des sections (10') de câble chauffant.
- 5
10. Conduite selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il est prévu de place en place sur le circuit d'alimentation électrique associée à la conduite des boîtes de connexion (40) rétablissant automatiquement localement la connexion entre phases en cas de rupture du circuit.
- 10

1 / 2

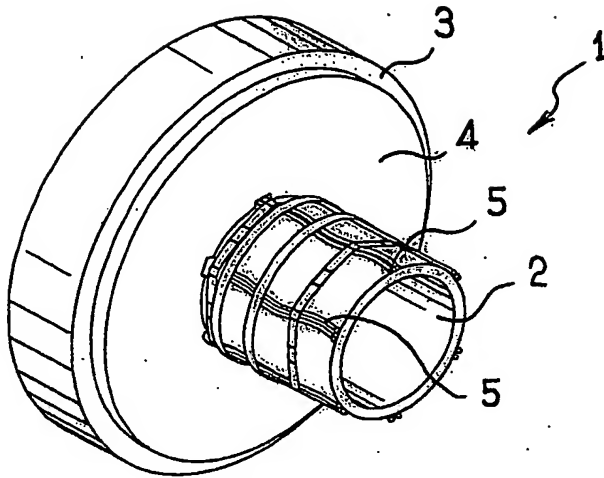


FIG. 1

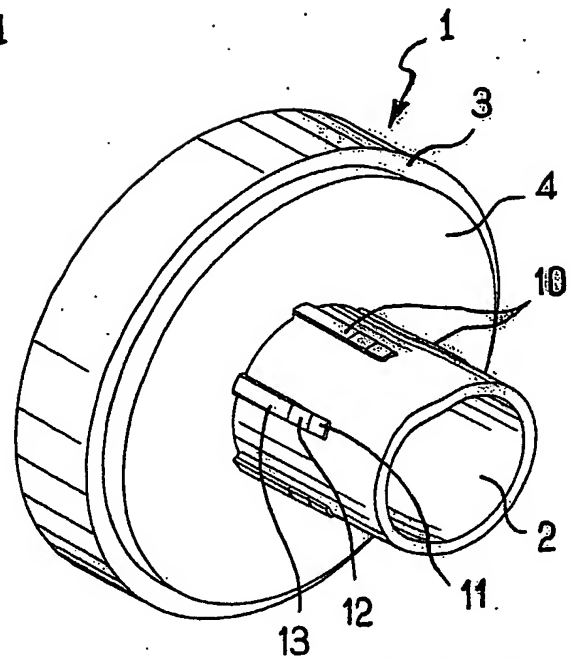


FIG. 2

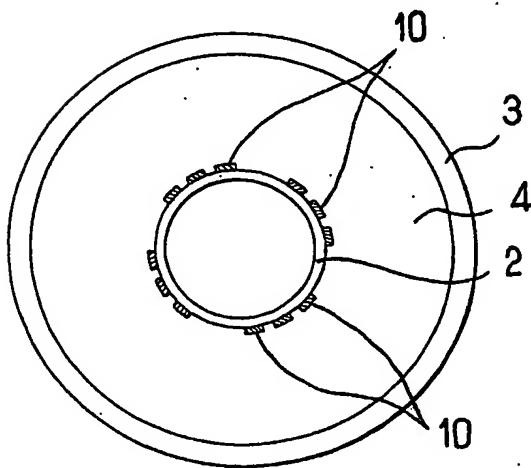


FIG. 3

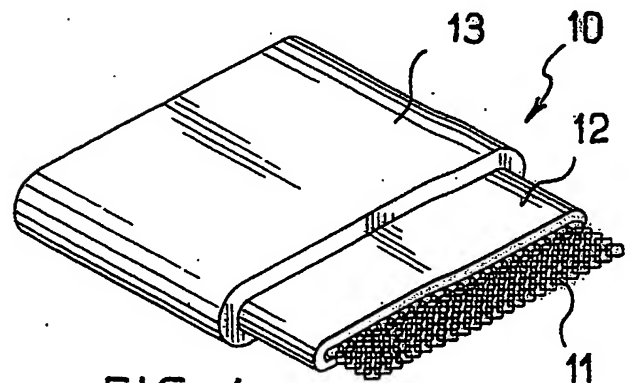


FIG. 4

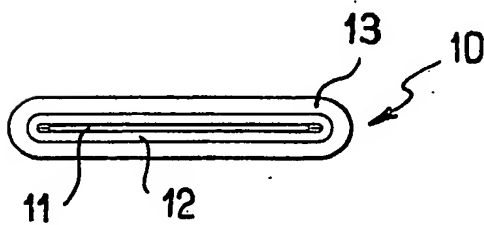


FIG. 5

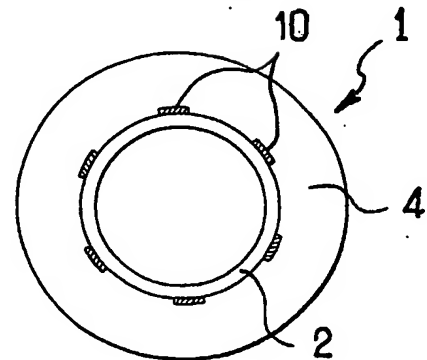


FIG. 6

2 / 2

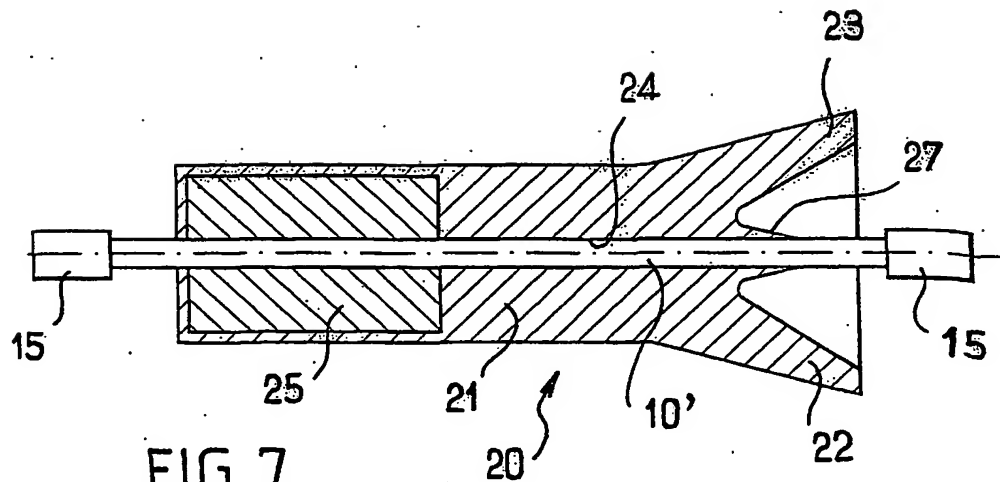


FIG. 7

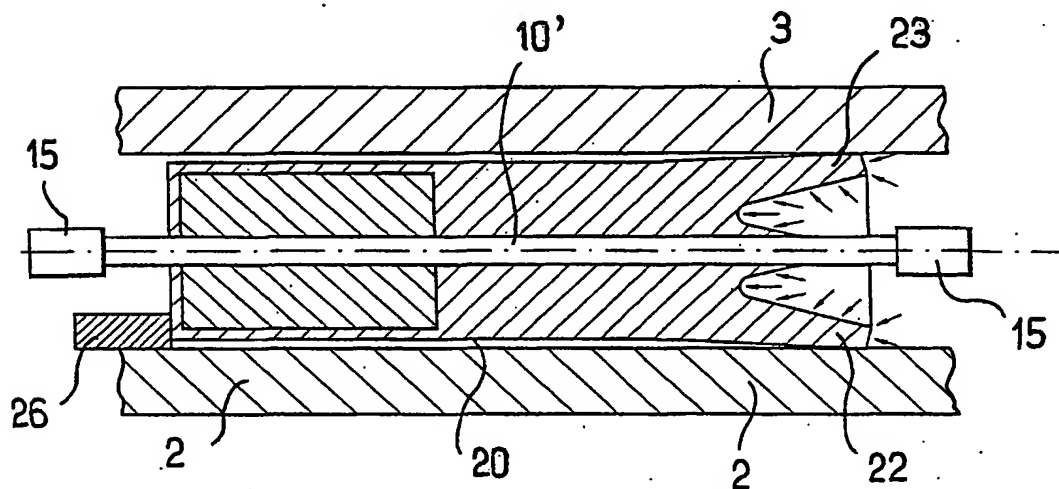


FIG. 8

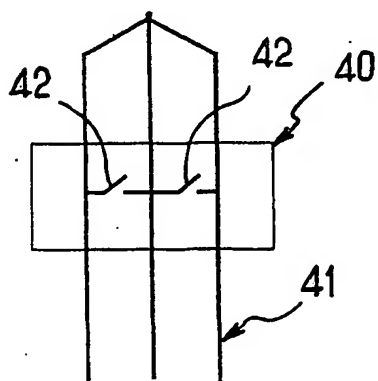


FIG. 9

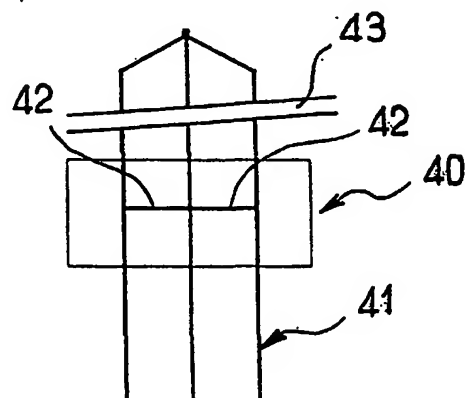


FIG. 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 04566

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16L11/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16L E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | US 2001/025664 A1 (NOLET STEPHEN C ET AL)<br>4 October 2001 (2001-10-04)<br>* 10a, 10b *<br>paragraph '0013!<br>paragraph '0024!<br>paragraphs '0032!, '0033!<br>paragraph '0062! | 1-3                   |
| A          | -----   | 4-10                  |
| X          | US 5 172 765 A (SAS-JAWORSKY ALEX ET AL)<br>22 December 1992 (1992-12-22)<br>abstract<br>figures 1,2<br>claim 1<br>-----  | 1-4                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 May 2003

Date of mailing of the international search report

22/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schaeffler, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/04566

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date         |
|---|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| US 2001025664                             | A1                  | 04-10-2001                 | US 6286558 B1 11-09-2001    |
|   |                     |                            | US 6148866 A 21-11-2000     |
|   |                     |                            | US 5921285 A 13-07-1999     |
|   |                     |                            | US 6016845 A 25-01-2000     |
|   |                     |                            | US 2002157720 A1 31-10-2002 |
|   |                     |                            | AU 6179798 A 09-09-1998     |
|   |                     |                            | GB 2338736 A ,B 29-12-1999  |
|   |                     |                            | JP 2001512542 T 21-08-2001  |
|   |                     |                            | NO 994045 A 22-10-1999      |
|   |                     |                            | WO 9837303 A1 27-08-1998    |
|   |                     |                            | CA 2233295 A1 03-04-1997    |
|   |                     |                            | CA 2321536 A1 03-04-1997    |
|   |                     |                            | GB 2321292 A ,B 22-07-1998  |
|   |                     |                            | GB 2335250 A ,B 15-09-1999  |
|   |                     |                            | GB 2335251 A ,B 15-09-1999  |
|   |                     |                            | JP 2001505281 T 17-04-2001  |
|   |                     |                            | NO 981414 A 28-05-1998      |
|   |                     |                            | WO 9712166 A1 03-04-1997    |
| US 5172765                                | A                   | 22-12-1992                 | US 5018583 A 28-05-1991     |
|   |                     |                            | AU 7462591 A 10-10-1991     |
|   |                     |                            | WO 9114074 A1 19-09-1991    |
|   |                     |                            | US 5209136 A 11-05-1993     |

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 94566

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 F16L11/12

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 F16L E21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents  | no. des revendications visées |
|-------------|---|-------------------------------|
| X           | US 2001/025664 A1 (NOLET STEPHEN C ET AL)<br>4 octobre 2001 (2001-10-04)<br>* 10a, 10b *<br>alinéa '0013!<br>alinéa '0024!<br>alinéas '0032!, '0033!<br>alinéa '0062! | 1-3                           |
| A           |   | 4-10                          |
| X           | US 5 172 765 A (SAS-JAWORSKY ALEX ET AL)<br>22 décembre 1992 (1992-12-22)<br>abrégé<br>figures 1,2<br>revendication 1   | 1-4                           |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 mai 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/05/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Schaeffler, C

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 04566

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| US 2001025664 A1                                | 04-10-2001             | US 6286558 B1                           | 11-09-2001             |
|   |                        | US 6148866 A                            | 21-11-2000             |
|   |                        | US 5921285 A                            | 13-07-1999             |
|   |                        | US 6016845 A                            | 25-01-2000             |
|   |                        | US 2002157720 A1                        | 31-10-2002             |
|   |                        | AU 6179798 A                            | 09-09-1998             |
|   |                        | GB 2338736 A ,B                         | 29-12-1999             |
|   |                        | JP 2001512542 T                         | 21-08-2001             |
|   |                        | NO 994045 A                             | 22-10-1999             |
|   |                        | WO 9837303 A1                           | 27-08-1998             |
|   |                        | CA 2233295 A1                           | 03-04-1997             |
|   |                        | CA 2321536 A1                           | 03-04-1997             |
|   |                        | GB 2321292 A ,B                         | 22-07-1998             |
|   |                        | GB 2335250 A ,B                         | 15-09-1999             |
|   |                        | GB 2335251 A ,B                         | 15-09-1999             |
|   |                        | JP 2001505281 T                         | 17-04-2001             |
|   |                        | NO 981414 A                             | 28-05-1998             |
|   |                        | WO 9712166 A1                           | 03-04-1997             |
| US 5172765 A                                    | 22-12-1992             | US 5018583 A                            | 28-05-1991             |
|   |                        | AU 7462591 A                            | 10-10-1991             |
|   |                        | WO 9114074 A1                           | 19-09-1991             |
|   |                        | US 5209136 A                            | 11-05-1993             |